

ボーリングデータに基づく AVS30 の適切な面的推定方法の検討

新潟大学大学院 自然科学研究科 ○家崎 敏生
新潟大学 工学部 保坂 吉則

1. はじめに

地震が発生した際の地表の揺れやすさを面的に推定することは、ハザードマップ作製の観点から非常に重要である。地震動による地表面の揺れは表層地盤で増幅されることで大きくなり、地盤が軟弱であるほど地震動の増幅度は大きい。越後平野においては軟弱な沖積層が深く堆積しており、地震動の増幅が大きいと考えられている。

現在、地震動の増幅度を AVS30 から推定する手法が提案¹⁾されているが、地盤の深い部分までを考慮できていない可能性がある。そこで、深い地盤までを対象とした地震動の次元解析により増幅度を求めることが必要になる。しかし、工学的基盤に達する深いボーリングデータは数が少なく、広域を推定するには不十分であるため、地盤モデルを作成した解析を検討している。本研究はその前提として地盤モデル作成方法の検討を行うことを目的としている。検討範囲は越後平野とし、用いるボーリングデータはほくりく地盤情報システム²⁾より得られた 5564 本である。地盤モデルが適切に AVS30 を評価できるのかの観点で比較検討を進める。

2. 地盤モデル作成と V_s 算定式

地盤モデルはボーリングデータの N 値と土質情報から単純 Kriging 法を用いて、125m メッシュ中央点の N 値と土質情報を推定し作成する。解析に用いやすいよう地表から 2m 間隔でデータを抽出し、深度ごとに面的推定する。まず土質は 0.1m ごとに判定し 2m 区間内に含まれる粗粒土層の割合を Cmr として決定する。N 値は、土質に関係なく区間全てを平均したモデルと、 Cmr で判断した優勢土質の N 値のみを平均した地盤モデルの 2 パターン用いる。

S 波速度 V_s は式(1)より Cmr による土質決定後に N 値で推定するが、係数 a 、 b は内閣府が作成している揺れやすさマップ³⁾に用いているものと同様に、中

央防災会議が採用している以下の値を用いた。

$$V_s = aN^b \quad \dots(1)$$

N: N 値

a: 土質係数 1(粘土:111.30、砂:94.38)

b: 土質係数 2(粘土:0.3020、砂:0.3144)

また、別の S 波速度定方法として、 Cmr に基づいて、簡易的に土質の混合を考慮した以下の式の適用も検討する。

$$V_s = (1 - Cmr) \times 111.30N^{0.3020} + Cmr \times 94.38N^{0.3144} \quad \dots(2)$$

以上の 2 つの地盤モデルと 2 つの V_s 算定式を用いた以下の 3 パターンの AVS30 を比較していく。

方法 1: 全土質平均 N 値モデルに式(1)を適用

方法 2: 全土質平均 N 値モデルに式(2)を適用

方法 3: 優勢土質平均 N 値モデルに式(1)を適用

3. 比較結果

地盤モデルと V_s 算定式の違いによる AVS30 を比較した結果を図 1 に示す。方法 1 と方法 2 では大きな違いはあまり見られなかったが、方法 1 と方法 3 では大きく異なる点が複数みられた。地盤モデルにより AVS30 が大きく異なった理由としては N 値の扱い方が考えられる。砂と粘土では N 値が大きく異なることが多く、異なる土質の平均値は砂層の N 値よりかなり小さく、粘土層の N 値よりかなり大きな平均値となる場合が考えられる。式(1)に用いる平均 N 値が大きく変わることで、AVS30 の結果も大きく異なる点が複数みられたと考えられる。

次に、地盤モデルから求めた AVS30 と、各モデルメッシュ内にあるボーリング点の生データから直接求めた AVS30 の値とを比較した結果を図 2 に示す。図の通り、地盤モデルから求めた AVS30 は異なる地盤モデルや V_s 算定式を用いた各方法のいずれのパターンでも、ボーリングデータから直接求めた値より大きくなる傾向がみられる。全土質平均 N 値モデル

において、過大評価となった原因として、N 値を平均した影響が2つ考えられる。1つは、異なる土質の N 値を平均したことである。砂に比べ軟弱な粘土は非常に N 値が小さく、大きく離れた2つの値の平均の力学的な意味が曖昧になったと考えられる。土質が混合した層においてその値を用いると、砂と判定した層の S 波速度は過少に、粘土と判定した層の S 波速度は過大となる可能性がある。越後平野は厚い沖積層が広がっており、粘土層が厚く堆積していると考えられるため、多くの点で AVS30 が過大評価となったと考えられる。もう1つは、土質が同じでも V_s は N 値に比例しておらず、 V_s 算定式は N 値に対して上に凸な関数であることである。観測 N 値ごとに求めた V_s を平均するより、平均 N 値から求めた V_s の方がいくらか大きくなる。方法3の優勢 N 値モデルでは前者の原因は避けることができるが、後者の原因は避けることができず、AVS30 が過大評価となってしまったと考えられる。

各方法を比較するため、ボーリングデータによる算定値に対する比をとった値の標準偏差を求めた。どのパターンにおいても標準偏差は小さくボーリングデータによる算定値に比較的近いといえたが、方法2がわずかに小さく0.158であった。

4. 地盤増幅度

方法2の AVS30 から求めた増幅度¹⁾を図3に示す。AVS30の値が総じて大きく出てしまっているためか、増幅度の小さい範囲が広がっている。内閣府のゆれやすさマップでは、越後平野は全域を通して非常に揺れやすい地域とされており、対応が異なるが、地形情報から推定した AVS30 が用いられている点の考慮が必要である。いずれにしても表層30mのみの情報に基づいた増幅度であるため、より深い層の影響も含めた増幅度を求める必要がある。

5. まとめと今後

今回は地盤モデルの違いによる推定 AVS30 を比較したが、作成法による大きな差はみられず、ボーリングデータごとに求める値より大きな値をとることが分かった。次元解析に用いる地盤モデルの検討をさらに進め、地震動の解析を行っていききたい。

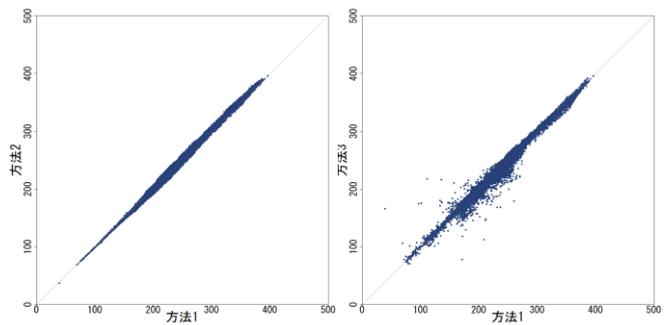


図1 地盤モデル、 V_s 算定式の異なる AVS30 の比較

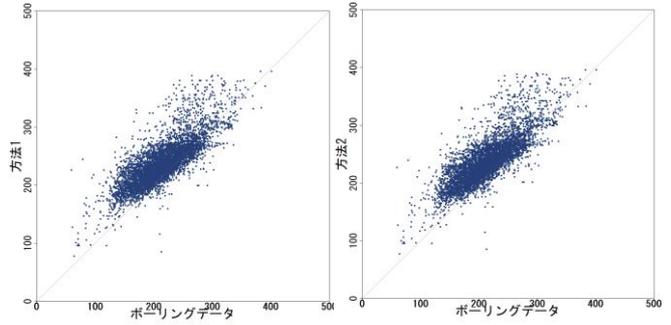


図2 各方法による AVS30 とボーリングデータによる算定値との比較

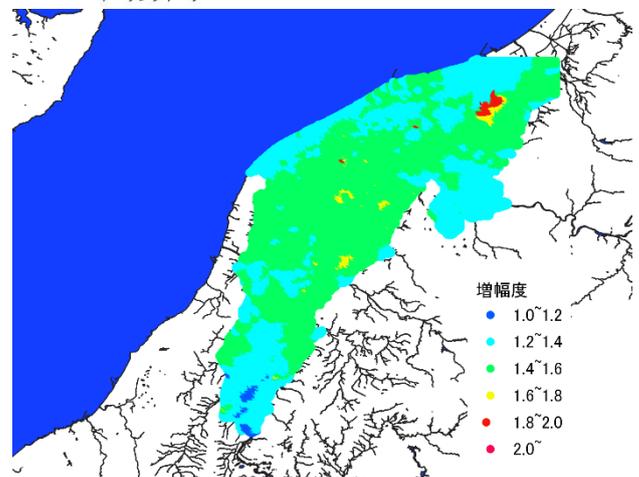
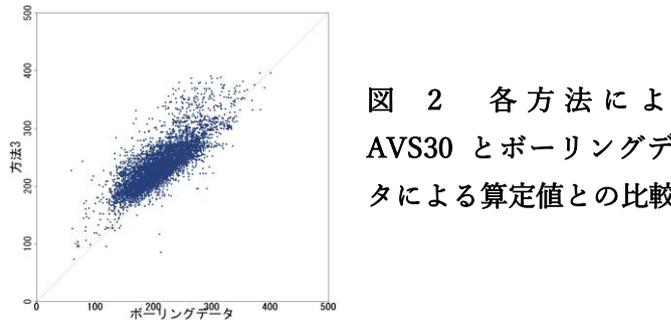


図3 方法2による地盤増幅度

参考文献

- 1) 藤本・翠川：近接観測点ペアの強震記録に基づく地震動増幅度と地盤の平均 S 波速度の関係、日本地震工学会論文集、第6巻、第1号、pp.11-22、2006。
- 2) 北陸地盤情報活用協議会：ほくりく地盤情報システム、URL <https://www.hokuriku-jiban.info/>
- 3) 内閣府(防災担当)編：地震防災マップ作製技術資料、2005